

00P23731



⑯ BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

PATENTAMT

⑯ Offenlegungsschrift

⑯ DE 195 48 001 A1

⑯ Int. Cl. 8:

H 01 L 49/00

B 23 H 7/10

H 01 L 21/306

33

DE 195 48 001 A1

⑯ Aktenzeichen: 195 48 001.5

⑯ Anmeldetag: 21. 12. 95

⑯ Offenlegungstag: 28. 6. 97

⑯ Anmelder:

Daimler-Benz Aktiengesellschaft, 70567 Stuttgart,
DE

⑯ Erfinder:

Ziemann, Thomas, 84416 Inning, DE; Deimel, Peter,
Dr., 85465 Langenpreising, DE

⑯ Entgegenhaltungen:

US 42 50 371

EP 5 19 557 A1

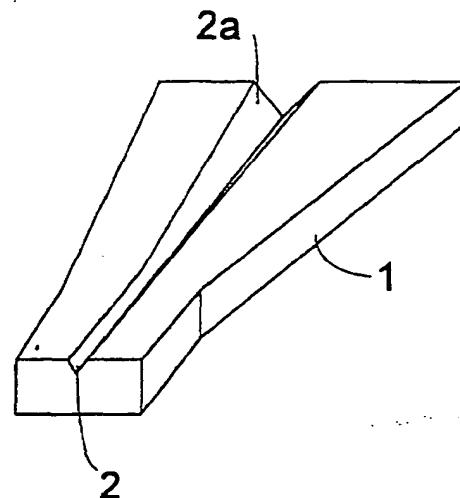
EP 4 24 603 A1

HEUBERGER: »Mikromechanik«,
Springer-Verlag 1989;

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑯ Verfahren und Vorrichtung zur Führung wenigstens eines Drahtes in einem mikromechanischen Bauelement

⑯ Es wird ein Verfahren zur Führung wenigstens eines Drahtes in einem mikromechanischen Bauelement vorgeschlagen, bei dem in die Oberfläche eines ersten Wafers des Bauelementes eine V-förmige Nut eingeätzt wird, ferner in die Oberfläche eines zweiten Wafers des Bauelementes eine V-förmige Nut gleicher Geometrie eingeätzt wird und anschließend die beiden Wafer miteinander derart verbunden werden, daß die beiden V-förmigen Nuten exakt übereinander zu liegen kommen und zusammen einen im Querschnitt rautenförmigen Kanal bilden und sodann der Draht in diesem Kanal geführt wird. In einer vereinfachten Ausführungsform wird die Nut mit einer planen Abdeckplatte verschlossen, so daß ein im Querschnitt dreieckförmiger Kanal entsteht.



DE 195 48 001 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 04.97 792 026/270

4/24

1 Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und Vorrichtungen zur Führung wenigstens eines Drahtes in einem mikromechanischen Bauelement.

Eines der Probleme bei der Herstellung von kleinsten Löchern in metallischen dünnen Schichten mittels Funkenerosion mit dünnen Drähtchen als Elektrode besteht in der konzentrischen, stabilen Drahtführung. Mechanisch ist es sehr schwer, Führungsnuten für Drähtchen mit Durchmessern im Bereich von 20 µm bis 50 µm herzustellen.

Andererseits ist es bei der Bearbeitung von Silizium-Wafern üblich, Strukturen komplexer Art durch anisotropisches Ätzen herauszuarbeiten.

Es ist das Ziel der Erfindung, ein Verfahren zu schaffen, mit dem unter Anwendung der bekannten Ätztechnologie Führungen in Siliziumwafern erzeugt werden, die hohen Anforderungen an die Genauigkeit gerecht werden.

Dies wird durch die im kennzeichnenden Teil der Ansprüche 1 bzw. 2 niedergelegten Merkmale erreicht. Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und der Beschreibung, in der anhand der Zeichnung mehrere Ausführungsbeispiele erörtert werden. Es zeigen

Fig. 1 schematisch eine V-Nut gemäß der Erfindung.

Fig. 2 schematisch einen aus zwei Wafern zusammengefügten Drahtführungskanal

Fig. 2a vergrößert den Querschnitt durch einen rautenförmigen Drahtführungskanal,

Fig. 2b vergrößert den Querschnitt durch einen dreieckförmigen Drahtführungskanal,

Fig. 3 eine Anordnung mit mehreren Kanälen

Fig. 4 eine Anordnung mit mehreren äquidistanten Kanälen für eine Gitterstruktur.

Fig. 1 zeigt einen Ausschnitt aus einem Silizium-Wafer 1, in dessen Oberfläche eine V-förmige Nut 2 eingebracht ist, die sich nach hinten im Bereich 2a erweitert. Zur Herstellung einer solchen Nut eignet sich besonders die anisotrope Ätztechnologie in Silizium, mit deren Hilfe verschiedenste Strukturen, z. B. V-Gräben oder senkrechte Wände im sub-µm-Bereich erzeugt werden können. Die V-Graben-Struktur wird auf dem Si-Wafer so dimensioniert, daß bei zwei sandwichartig zusammengefügten Wafern zwei V-Gräben genau übereinanderliegen und zusammen einen rautenförmigen Führungskanal 3, wie in Fig. 2 und 2a dargestellt, bilden. Dieser Kanal nimmt den Draht 4 auf. Das Zusammenbinden der Wafer kann in bekannter Weise anodisch, durch Glas-Bonden oder durch Kleben erfolgen. Durch die Verbreiterung der Nut im Bereich 2a wird die Einführung des Drahtes 4 erleichtert.

In einer anderen Ausführungsform ist der Wafer mit der eingeätzten Nut durch eine ebene Platte abgedeckt, die ebenfalls aus Silizium bestehen und gleichzeitig andere Funktionen haben kann. In der einfachsten Form besteht die Abdeckplatte aus Pyrex. Diese Abdeckplatte wird mit der nuttragende Siliziumplatte ebenfalls verbunden. Damit wird ein im Querschnitt dreieckförmiger Kanal nach Fig. 2b gebildet, in dem – bei gleicher Kanalgeometrie – im Verhältnis zur Tiefe der Nut ein im Querschnitt kleinerer Draht untergebracht werden kann.

Mit einer mehrfachen Anordnung von parallelen Nuten auf einem Wafer entsprechend Fig. 3 können mehrere Löcher mit genau definiertem Abstand gleichzeitig geätzt werden. Werden mehrere Waferpaare 14 und 15

bzw. 16 und 17 mit parallel angeordneten Führungsnuten 5 bzw. 6 aneinandergeschoben, können Arrays von Löchern mit verschiedenen V-Nut-Größen gleichzeitig hergestellt werden.

5 Die bisherige Führung des Drahtes beim Erodieren im Durchlauf wurde meist durch zwei Rollen bewirkt. Werden zwei gegeneinanderjustierte V-Nut-Führungen anstatt der Rollen verwendet, so kann der durchlaufende Draht sehr viel genauer geführt werden, da kein "Wobbeln" wie bei sich drehenden Rollen auftritt. Somit ist eine hochpräzise Drahtführung durch zwei gegenüberliegende V-Nut-Führungen für einen oder mehrere Drähte möglich.

Gemäß Fig. 4 können die Drähte 13 in einem genau definierten Abstand in einem Rahmen 7 mit einer Öffnung in der Mitte der x- und y-Richtung in V-Nuten 8a...11a bzw. 8b...11b geführt werden. Auf der Rückseite des Rahmens 7 oder auf einem weiteren Rahmen können die Drähte in definiertem Abstand so gelegt werden, daß sie in einem Winkel von 90° zueinander stehen. Bei Verwendung eines zweiten Rahmens sind die Winkel zwischen den Drahtrichtungen variabel. Auf diese Weise können die Drähte in einem Array hochgenau angeordnet werden.

20 In Fig. 5 ist schematisch ein komplettes Drahtführungssystem nach der Erfindung dargestellt. Die Vorrichtung zum Vorschub des Drahtes besteht im wesentlichen aus der erfundungsgemäßen Führung 14 aus Silizium, zwei Laufrollen 15, zwischen denen der Draht läuft und über deren Kontrolle die Vorwärts- und Rückwärtsrichtung des Drahtes kontrolliert wird und den Drahtvorratsspulen 16. Im Arbeitsbereich zwischen den Führungen 14 ist das Werkstück 18 mit entsprechenden Einstell- und Vorschubmöglichkeiten. Die Laufrollen 15 können mittels eines Schrittmotors kontrolliert werden und dieser wiederum von einer Elektronik 17, die den Erosionsprozeß durch den Draht 4 steuert.

25 Patentansprüche

1. Verfahren zur Führung wenigstens eines Drahtes in einem mikromechanischen Bauelement, dadurch gekennzeichnet,

- daß in die Oberfläche eines ersten Wafers des Bauelementes eine V-förmige Nut eingeätzt wird,
- daß in die Oberfläche eines zweiten Wafers des Bauelementes eine V-förmige Nut gleicher Geometrie eingeätzt wird,
- daß die beiden Wafer miteinander derart verbunden werden, daß die beiden V-förmigen Nuten exakt übereinander zu liegen kommen und zusammen einen im Querschnitt rautenförmigen Kanal bilden und
- daß der Draht in diesem Kanal geführt wird.

2. Verfahren zur Führung wenigstens eines Drahtes in einem mikromechanischen Bauelement, dadurch gekennzeichnet,

- daß in die Oberfläche eines Wafers des Bauelementes eine V-förmige Nut eingeätzt wird,
- daß der Wafer nutseitig mit einer Abdeckplatte oder einem zweiten Wafer verbunden wird, so daß die Nut in Verbindung mit der Abdeckung einen im Querschnitt dreieckförmigen Kanal bildet und
- daß der Draht in diesem Kanal geführt wird.

3. Vorrichtung zur Führung eines Drahtes in einem mikromechanischen Bauelement, dadurch gekenn-

zeichnet, daß durch zwei einander gegenüberliegende V-förmige Nuten in den einander zugewandten Oberflächen zweier Wafer ein Kanal mit rautenförmigem Querschnitt zur Aufnahme des Drahtes gebildet wird.

4. Vorrichtung zur Führung eines Drahtes in einem mikromechanischen Bauelement, dadurch gekennzeichnet, daß durch eine in eine Waferoberfläche eingeätzte im Querschnitt V-förmige Nut und eine darauf angebrachte Abdeckplatte ein Kanal mit ¹⁰ dreieckförmigem Querschnitt zur Aufnahme des Drahtes gebildet wird.

5. Vorrichtung nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß sich die V-förmigen Nuten im Querschnitt erweitern.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3—5, dadurch gekennzeichnet, daß die Wafer jeweils mehrere Nuten aufweisen.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Nuten in ihren Querschnitts- ²⁰ abmessungen wenigstens teilweise unterscheiden.

8. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Abdeckplatte aus Pyrex besteht.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

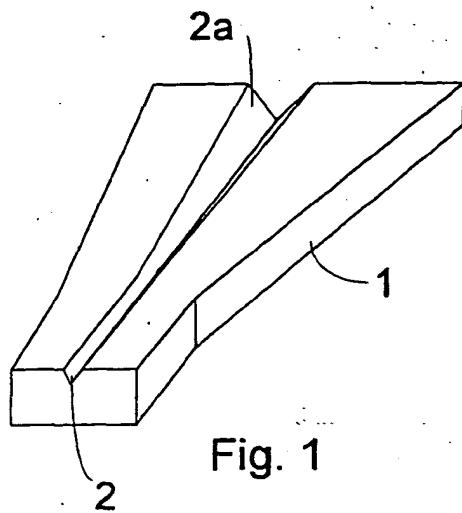


Fig. 1

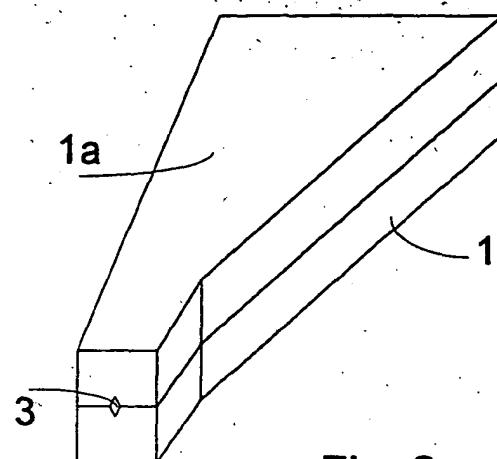


Fig. 2

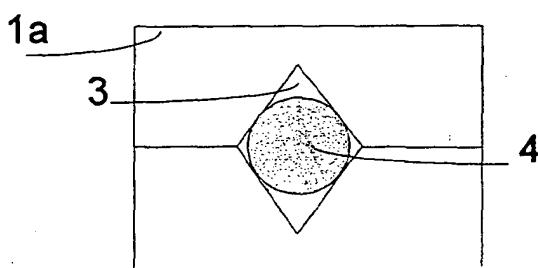


Fig. 2a

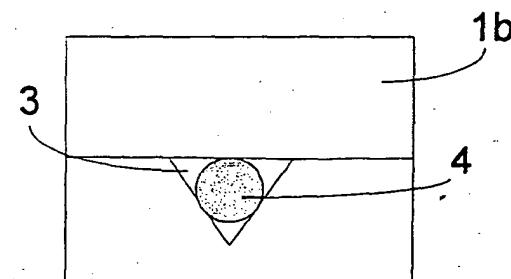


Fig. 2b

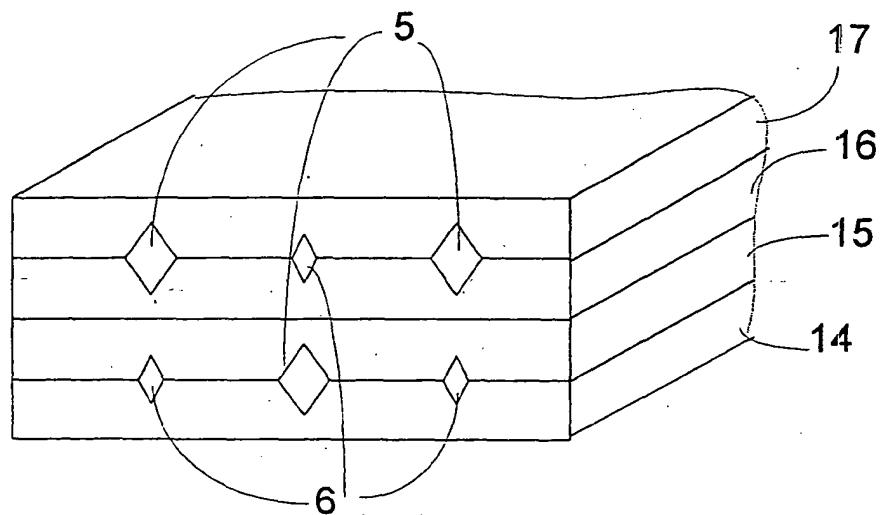


Fig. 3

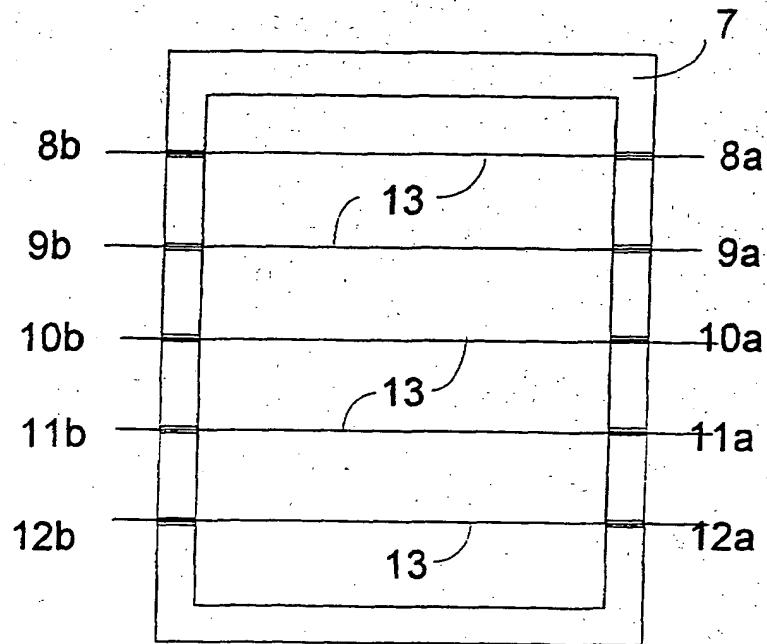


Fig. 4

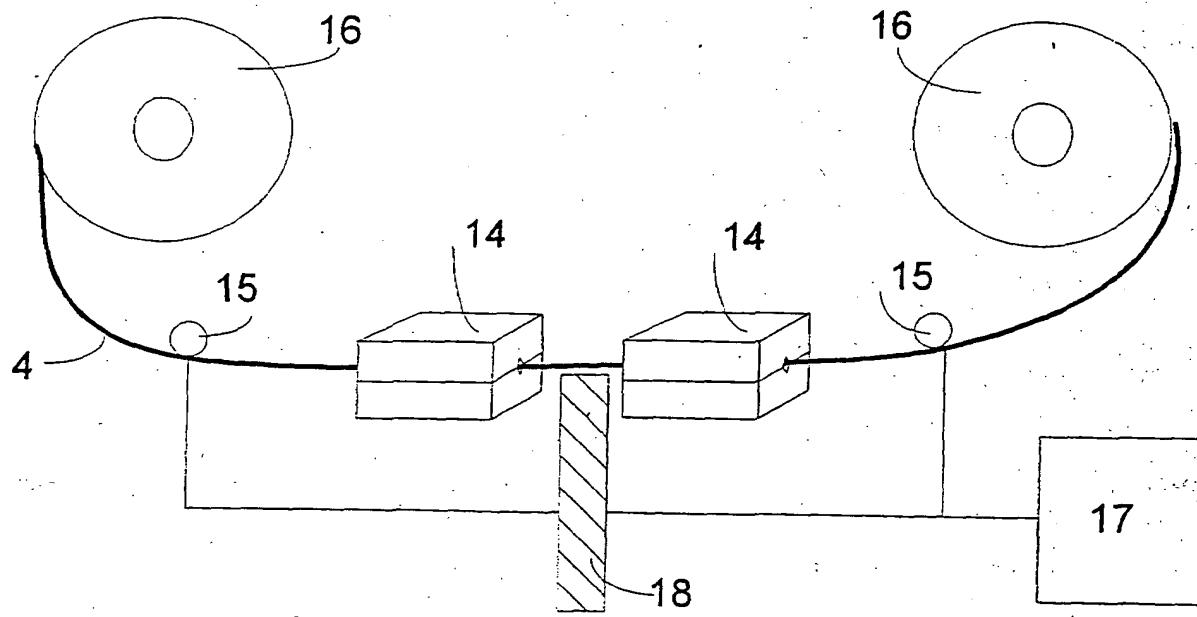


Fig. 5